

ارزیابی توانایی تحمل رقابت ارقام مختلف کلزا (*Brassica napus*) در برابر علف هرز خردل وحشی (*Sinapis arvensis*) با استفاده از مدل‌های تجربی در استان گلستان

*علیرضا صفاهانی لنگرودی^۱، بهنام کامکار^۲، اسکندر زند^۳ و محمدعلی باغستانی^۳

^۱استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائم‌شهر، آستادیار، گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،
^۲استادیار، بخش تحقیقات علف‌های هرز، موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور
تاریخ دریافت: ۸۶/۹/۱؛ تاریخ پذیرش: ۸۷/۷/۲۷

چکیده

به‌منظور ارزیابی توانایی تحمل ارقام مختلف کلزا در برابر علف‌هرز خردل وحشی آزمایشی در سال زراعی ۱۳۸۶-۱۳۸۵ به‌صورت مزرعه‌ای در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان (عراقی محله) انجام شد. آزمایش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۳ تکرار و به‌صورت فاکتوریل اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل ارقام کلزا در ۴ سطح (زرفام، هایولا ۳۳۰، آرچی اس ۰۰۳ و آپشن ۵۰۰) و تراکم خردل وحشی نیز در ۴ سطح (۰، ۴، ۸ و ۱۶ بوته در مترمربع) بود. مدل‌های عکس عملکرد و افت عملکرد بر داده‌های جمع‌آوری شده برازش داده شده و از ضرایب معادلات مذکور برای تفسیر روابط رقابتی دو گونه استفاده گردید. نتایج نشان داد که ضریب مدل عکس عملکرد رقم زرفام در مقایسه با ارقام دیگر هم در مورد عملکرد دانه و هم عملکرد بیولوژیک کمتر بود و رقم زرفام بالاترین قدرت رقابت بین گونه‌ای را نشان داد. نتایج مربوط به برازش داده‌ها به مدل‌های افت عملکرد نشان داد که درصد افت عملکرد بیولوژیک در میان ارقام مختلف کلزا کمتر از عملکرد دانه بود، که نشانه حساسیت بیشتر عملکرد دانه در قیاس با عملکرد بیولوژیک به رقابت است. در مجموع مشخص شد که کمترین و بیشترین افت عملکرد در میان ارقام کلزا در میان تراکم‌های مختلف خردل وحشی به‌ترتیب مربوط به رقم زرفام و رقم آپشن ۵۰۰ بود. همچنین، مقایسه مدل‌های مختلف تجربی افت عملکرد نشان داد که مدل افت عملکرد سطح برگ نسبی علف هرز با حداکثر ضریب تبیین دارای بیشترین کارایی در پیشگویی کاهش عملکرد کلزا می‌باشد و شاخص رقابت نسبی آن نشان داد که در رقابت خردل وحشی و کلزا، علف هرز رقیب قوی‌تر نسبت به گیاه زراعی بوده است ($q > 1$).

واژه‌های کلیدی: کلزا، خردل وحشی، تراکم علف هرز، رقابت، مدل تجربی

مقدمه

عدم تاثیر آنها در کنترل مناسب علف هرز به‌دلیل مقاومت به علف‌کش بیشتر مشهود است (پاول، ۱۹۹۷). از سوی دیگر استفاده بی‌رویه از علف‌کش‌ها منجر به آلودگی‌های زیست محیطی شده، و به دنبال این اثر مخرب علف‌کش‌ها کشاورزان را به‌سمت کشاورزی ارگانیک

علف‌های هرز قادر به کاهش قابل توجه عملکرد گیاهان زراعی در سیستم‌های تولید می‌باشند، که این تأثیر منفی علف‌های هرز در شرایط عدم کاربرد علف‌کش و یا

سوق داده است. به هر حال اقبال عمومی و سیاسی برای استفاده از روش‌های پیش‌گیری و کنترل علف‌های هرز دائماً رو به افزایش است.

کاهش عملکرد ناشی از رقابت علف‌های هرز با گیاهان زراعی را می‌توان کم کرد، به شرطی که قدرت رقابت گیاهان زراعی با روش‌های مناسب کوددهی، تناوب، استفاده از ارقام با قدرت رقابت بالا و سایر عملیات زراعی بهبود یابد (جوردن، ۱۹۹۳). یک گیاه رقیب را می‌توان به دو صورت تعریف کرد: ۱- گیاهی که قادر به حفظ عملکرد مناسب در حضور علف هرز (متحمل به فشار علف هرز) باشد و ۲- گیاهی که قادر به کاهش مشخصی در رشد علف هرز (سرکوب کردن علف هرز) باشد (گلدبرگ، ۱۹۹۰).

از مدل‌های ریاضی می‌توان برای تجزیه و تحلیل یافته‌های تحقیقات کشاورزی استفاده نمود (رحیمیان و شریعتی، ۱۹۹۹؛ موچینگ و همکاران، ۱۹۹۹). در حال حاضر یکی از روش‌های قابل قبول برای مطالعه رقابت، استفاده از مدل عکس عملکرد است. اساس این مدل، رابطه هذلولی بین عملکرد و تراکم است که بسته به تعداد گونه موجود در مخلوط به صورت معادلات رگرسیونی خطی چندگانه ارائه می‌شود (معادله ۱). این درحالی است که رابطه عکس عملکرد تک بوته با تراکم به صورت خطی است، علت استفاده از فرم خطی این مدل این است که تفسیر و کاربرد روابط خطی آسان‌تر است و هر یک از ضرایب این معادله نشان‌دهنده مفهوم خاصی از کمیت رقابت درون و برون گونه‌ای است. با استفاده از ضرایب مدل عکس عملکرد می‌توان قدرت رقابتی یک گونه نسبت به گونه دیگر را به شکل مستقل از تراکم تعیین کرد. چون در این مدل درجه آزادی خطا بالاست، نیاز به تکرار زیاد ندارد (پانتون و بیکر، ۱۹۹۱).

تاکنون مدل‌های تجربی مختلفی برای بیان رابطه بین افت عملکرد محصول و حضور علف‌های هرز پیشنهاد شده است (نگواجیو و همکاران، ۱۹۹۹؛ ینیش و همکاران، ۱۹۹۲). این مدل‌ها از تراکم علف هرز و محصول زراعی

و زمان نسبی سبز شدن علف هرز نسبت به گیاه زراعی و سطح برگ نسبی علف‌های هرز به عنوان عامل پیش‌گویی افت عملکرد محصول بهره می‌گیرند (نگواجیو و همکاران، ۱۹۹۹). کازنس (۱۹۸۵) با ارزیابی تعداد زیادی از مدل‌های رایج مورد استفاده در پیش‌گویی کاهش عملکرد محصولات زراعی در رقابت با علف‌های هرز، توابع غیرخطی به خصوص تابع هذلولی راست گوشه را بهترین مدل برای برآورد کاهش عملکرد معرفی کرد، ولی در مدل دو پارامتری خود کاهش عملکرد گیاه زراعی را تابعی از تراکم علف هرز دانست (معادله ۵). در مدل دو پارامتری کازنس (۱۹۸۵) پارامترها تحت تأثیر عواملی نظیر تراکم گیاه زراعی، زمان نسبی سبز شدن علف هرز و گیاه زراعی و نوع خاک تغییر می‌یابند. توسعه مدل دو پارامتری کازنس بر مبنای ۴ فرضیه می‌باشد. این فرضیات عبارت‌اند از: ۱- در غیاب علف هرز هیچ‌گونه کاهش عملکردی صورت نمی‌گیرد. ۲- اثرات منفی هر بوته علف هرز در تراکم‌های پایین بیشتر از تراکم‌های بالای آن می‌باشد. ۳- کاهش عملکرد بیش از ۱۰۰ درصد نمی‌باشد. ۴- عکس‌العمل عملکرد گیاه زراعی به تراکم علف هرز در تراکم‌های بالا به صورت یک منحنی غیرخطی است (کازنس، ۱۹۸۵؛ پارک و همکاران، ۲۰۰۳). این مدل به دلیل داشتن حد مجانب در سطوح بالای تراکم علف هرز، در برخی موارد با انتقاداتی نیز مواجه بوده است. که عدم توصیف فرآیندهای موثر در رقابت یکی از مهم‌ترین آنها است (پارک و همکاران، ۲۰۰۳).

مدل دیگری که امروزه جهت محاسبه افت عملکرد کاربرد وسیعی دارد مدل ارائه شده توسط کراف و اسپیتز (۱۹۹۲) می‌باشد. این مدل بر اساس مدل هذلولی افت عملکرد- تراکم علف هرز و با استفاده از روابط ریاضی به دست می‌آید. در این مدل افت عملکرد به سطح برگ نسبی علف هرز نسبت داده می‌شود (معادله ۶).

امروزه این مدل‌ها کمک شایانی به یافتن سطح آستانه اقتصادی علف‌های هرز در مزارع می‌نماید، ماسینگ و همکاران (۲۰۰۳) با استفاده از مدل تراکم- افت عملکرد، گزارش کردند که حتی وجود ۰/۵ بوته تاج

خروس (*Amaranthus palmeri*) در هر متر ردیف ذرت (در سبز شدن هم‌زمان) موجب کاهش ۱۱ درصدی عملکرد ذرت می‌شود و بدین ترتیب نشان دادند که این علف هرز، رقیب بسیار قوی برای ذرت، حتی در تراکم‌های بسیار کم است. در نتیجه نتوانستند سطح آستانه اقتصادی برای این علف هرز ارایه دهند. آنها همچنین نشان دادند که اثر ۰/۵ بوته تاج خروس در متر ردیف، هنگامی که هم‌زمان با ذرت سبز شد بیشتر از ۸ بوته آن به هنگام سبز شدن در مرحله ۴ برگی ذرت است. در آزمایش بوسنیک و سوانتون (۱۹۹۷) نیز تراکم ۳۰ بوته در مترمربع سوروف (*Echinochloa crus-gali*) هنگامی که در مرحله ۳ برگی ذرت سبز شدند عملکرد ذرت را ۱۴ درصد کاهش داد. در حالی که، با سبز شدن همین تراکم در مرحله ۷ برگی ذرت، فقط ۴ درصد کاهش عملکرد مشاهده شد.

هدف از انجام این تحقیق ارزیابی و سنجش اعتبار و مقایسه کارایی مدل‌های تجربی افت عملکرد و عکس‌عملکرد، جهت پیشگویی عملکرد کلزا در تراکم‌های مختلف خردل وحشی و بررسی استفاده از این مدل‌ها برای رتبه‌بندی ارقام براساس قدرت رقابت یا تحمل رقابت در برنامه‌های اصلاح نباتات می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان (عراقی محله) با بارندگی سالیانه ۴۵۰-۴۰۰ میلی‌متر، ارتفاع ۵ متر از سطح دریا و مختصات جغرافیایی طول ۵۴ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی و عرض ۳۶ درجه و ۴۵ دقیقه شمالی و بافت خاک لوم رسی سیلتی، انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام گرفت. فاکتورها شامل ارقام کلزا در ۴ سطح شامل (هایولا ۳۳۰، آرچی اس ۰۰۳، آپشن ۵۰۰ و زرفام) و تراکم علف‌هرز در ۴ سطح (۰، ۴، ۸ و ۱۶ بوته در مترمربع) بودند. آزمایش در کرت‌هایی که متشکل از ۱۲ ردیف به طول ۵ متر و فاصله بین ردیف ۲۴ سانتی‌متر بود انجام شد. فاصله کرت‌ها از هم ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. عملیات تهیه بستر در مهر ماه

۱۳۸۵ شروع شد و در این راستا ابتدا یک شخم عمیق زده شد و بعد از مدتی برای خرد کردن کلوخه دو دیسک عمود بر هم اعمال شد. پس از آزمایش خاک و با توجه به نیاز گیاه همراه با دیسک مقدار ۱۴۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد گرانول و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات تریپل به زمین داده شد. در ضمن در اوایل گلدهی نیز مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره به صورت سرک به زمین داده شد. کاشت بذر کلزای ضد عفونی شده با دست و به صورت خشکه کاری و ردیفی با فاصله ۵/۵ سانتی‌متر و عمق ۲ سانتی‌متر بر روی ردیف (تراکم ۷۵۰۰۰۰ بوته در هکتار) در ۲۹ آبان ۱۳۸۵ انجام شد. بذر خردل وحشی در تیرماه سال ۱۳۸۴ از مزارع استان گلستان جمع‌آوری شد. بذور خردل وحشی به دلیل ترکیبات موسیلاژی روی پوسته بذر دارای خواب هستند (وارویک و همکاران، ۲۰۰۵)، که صحت این مسأله در این تحقیق بعد از انجام آزمایش جوانه‌زنی تأیید شد و جهت رفع خواب، بذور خردل وحشی به مدت ۵ روز قبل از کاشت در دمای ۲ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند (باقرانی و غدیری، ۱۹۹۶) و بعد از اعمال این تیمار درصد جوانه‌زنی بذور به بیش از ۷۵ درصد افزایش یافت. کاشت بذر خردل وحشی پس از مخلوط کردن با ماسه بادی هم‌زمان با کلزا و به صورت دستپاش به میزان ۶ گرم برای هر کرت و با تراکم بالا انجام شد و پس از اطمینان از درصد سبز مطلوب بر اساس تراکم‌های مورد نظر تنک شد. تنک کردن بوته‌های اضافی کلزا و خردل وحشی در مرحله ۳ برگی گیاه کلزا صورت گرفت. سایر علف‌های هرز مزرعه به‌طور مستمر پایش و وجین شدند. در ضمن کشت به صورت دیم انجام شد.

به‌منظور بررسی عملکرد نهایی از دو ردیف میانی هر کرت به طول ۴ متر معادل ۱/۹۲ مترمربع برداشت و عملکرد در واحد سطح تعیین شد و ۱۰ بوته از سطح برداشتی به‌طور تصادفی انتخاب شدند و بیوماس و عملکرد دانه تک بوته کلزا در هر کرت به‌وسیله ترازوی دقیق با دقت یک صدم گرم اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری مربوط به خردل وحشی مانند کلزا، تقریباً ۳۰ روز پس از سبز شدن شروع شده و هر دو هفته

یکبار صورت گرفت تا زمان برداشت، همچنین در مرحله برداشت عملکرد بیولوژیک اقتصادی خردل وحشی محاسبه شد.

از روابط عکس عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه با تراکم خردل وحشی برای ارزیابی قدرت رقابتی استفاده گردید (اسپیترز، ۱۹۸۳).

$$\frac{1}{W_c} = a_o + b_{cw} N_w \quad (1)$$

در این معادله b_{co} عکس حداکثر عملکرد تک بوته کلزا در شرایط عاری از رقابت، b_{cc} و b_{cw} ضرایب رقابت درون گونه‌ای و برون گونه‌ای کلزا، $\frac{1}{W_c}$: عکس عملکرد دانه یا عملکرد بیولوژیک تک بوته کلزا، N_c و N_w به ترتیب تراکم‌های خردل وحشی و کلزا را نشان می‌دهند. در این تحقیق به دلیل این که تراکم کلزا ثابت بود، از معادله زیر برای حالتی که تراکم گیاه زراعی ثابت است استفاده گردید (رحیمیان و شریعتی، ۱۹۹۹).

$$a_{co} = b_{co} + b_{cc} N_c \quad (2)$$

$$\frac{1}{W_c} = b_{co} + b_{cc} N_c + b_{cw} N_w \quad (3)$$

عکس عملکرد دانه و بیوماس تک بوته کلزا و همچنین تراکم خردل وحشی در معادله ۳ قرار داده شد و با استفاده از رگرسیون خطی یک متغیره، ضریب رگرسیونی برای معادله ۳ برآورد گردید. با استفاده از مدل رقابتی عکس عملکرد تک بوته قدرت رقابتی ارقام مورد بررسی قرار گرفت. هرچه ضریب مدل (b) یا شیب معادله کمتر باشد قدرت رقابتی ارقام بالاتر خواهد بود.

برای تعیین رابطه بین درصد کاهش عملکرد کلزا و تراکم خردل وحشی از مدل رقابتی پیشنهاد شده توسط اسپیتز (۱۹۹۰) برای کمی نمودن روابط رقابتی کلزا و خردل وحشی استفاده گردید.

$$YL = 1 - \frac{Y_{CW}}{Y_{CM}} \quad (4)$$

در این معادله YL ، درصد افت عملکرد گیاه زراعی؛ Y_{CW} ، عملکرد گیاه زراعی در شرایط رقابت با علف هرز

و Y_{CM} ، عملکرد گیاه زراعی در شرایط بدون رقابت با علف هرز را نشان می‌دهند.

میزان کاهش عملکرد در اثر تراکم‌های مختلف خردل وحشی برای ارقام مختلف کلزا بر اساس معادله ۵ محاسبه گردید (رحیمیان و شریعتی، ۱۹۹۹).

$$YL = \frac{aN_w}{1 + \frac{aN_w}{m}} \quad (5)$$

در این معادله نیز YL ، درصد کاهش عملکرد (افت نسبی عملکرد)؛ N_w ، تراکم علف هرز (تعداد بوته بر مترمربع)؛ a ، خسارت به ازای ورود اولین علف هرز و m ، حداکثر افت نسبی عملکرد هستند.

برای تعیین رابطه بین کاهش عملکرد کلزا و سطح برگ نسبی خردل وحشی نیز از مدل یک پارامتری کراف و اسپیتز (۱۹۹۱) استفاده شد.

$$YL = \frac{qL_w}{[1 + (q - 1)L_w]} \quad (6)$$

در این معادله YL ، درصد کاهش عملکرد (افت نسبی عملکرد)؛ q ، شاخص خسارت نسبی و L_w ، سطح برگ نسبی خردل وحشی هستند. همچنین برای محاسبه سطح برگ نسبی علف هرز خردل وحشی L_w شاخص سطح برگ هر دو گیاه در مرحله ۶ برگی کلزا محاسبه گردید و شاخص سطح برگ هر دو گیاه، در معادله ۷ قرار داده شد.

$$L_w = \frac{LAI_{Wildmustard}}{(LAI_{Canola} + LAI_{Wildmustard})} \quad (7)$$

در فرمول سطح برگ نسبی علف هرز L_w ، مطالعات شبیه‌سازی نشان داده است که ارتباط نزدیکی بین کاهش عملکرد و نسبت سطح برگ علف هرز، که به فاصله کوتاهی پس از سبز شدن گیاه زراعی اندازه‌گیری می‌شود، وجود دارد (رحیمیان و شریعتی، ۱۹۹۹). در این تحقیق سطح برگ هر دو گیاه در مرحله ۶ برگی کلزا در مدل سطح برگ نسبی - افت عملکرد قرار داده شد.

نتایج و بحث

مدل عکس عملکرد کلزا: نتایج بررسی انجام شده نشان داد که ارقام کلزای مورد مطالعه در این تحقیق از نظر تولید میزان عملکرد اقتصادی و بیولوژیک متفاوت اند و میزان کاهش عملکرد آنها نیز در تراکم‌های خردل وحشی، متفاوت است (جدول ۱ و ۲). در واقع میزان کاهش یا ثبات عملکرد بیانگر قدرت رقابت نسبی آن رقم است.

نتایج آزمایش نشان داد که عکس‌العمل رقابتی ارقام در تراکم‌های خردل وحشی یکسان نیست، به طوری که در تراکم‌های خردل وحشی رقم زرفام با کمترین ضریب b رقابت‌گر قوی^۲ (MC) و ارقام هایولا ۳۳۰، آرچی اس ۰۰۳ و آپشن ۵۰۰ در رده‌های بعدی قرار گرفتند (جدول ۳). با افزایش تراکم علف هرز رقم آپشن ۵۰۰ به عنوان یک رقابت‌گر ضعیف^۳ (LC) شناخته شد. علت این عکس‌العمل متفاوت ارقام در تراکم‌های خردل وحشی به دلیل خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک ویژه هر رقم می‌باشد (داده‌ها نشان داده نشده).

برای مقایسه مدل‌ها در تخمین کاهش عملکرد نیز، از ضرایب همبستگی و جذر میانگین مربعات خطا^۱ (RMSE) استفاده شد برای محاسبه RMSE ضمن در نظر داشتن قدرمطلق تفاوت مقادیر مشاهده‌ای و شبیه‌سازی شده کاهش عملکرد از معادله ۸ استفاده می‌شود (لوتز و همکاران، ۱۹۹۶؛ نگواجیو و همکاران، ۱۹۹۹).

$$RMSE = \left[\left(\sum_{i=1}^n (Sim_i - obs_i)^2 \right) / n \right]^{0.5} \quad (8)$$

در این معادله Sim، مقادیر پیش‌بینی شده؛ obs، مقادیر واقعی و n ، تعداد داده‌ها می‌باشد. در این آزمایش از نرم‌افزارهای Excel و Sigmaplot به ترتیب جهت رسم نمودارها و برازش مدل‌ها استفاده گردید.

جدول ۱- تجزیه واریانس عملکرد دانه، بیولوژیک و ارتفاع ارقام کلزا.

میانگین مربعات		درجه آزادی	منابع تغییرات
عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	۲	تکرار
۰/۰۰۱۱*	۰/۰۰۶*	۳	رقم
۱/۱۸**	۱/۳۷**	۳	تراکم
۰/۷۳**	۱/۱۷**	۹	اثر متقابل رقم * تراکم
۰/۰۷**	۰/۰۹**		خطا
۰/۰۱۴	۰/۰۲۲		ضریب تغییرات
۳/۸	۶/۲۹		

جدول ۲- مقایسه میانگین عملکرد دانه ارقام کلزا در تراکم‌های مختلف خردل وحشی.

عملکرد دانه کیلوگرم در هکتار				رقم
۱۶ بوته خردل وحشی در مترمربع	۸ بوته خردل وحشی در مترمربع	۴ بوته خردل وحشی در مترمربع	شاهد	
۱۴۰۶ a	۱۶۴۰ a	۱۸۷۵ a	۲۳۴۴ b	زرفام
۱۱۵۳ b	۱۴۲۱ b	۱۸۷۷ a	۲۶۸۲ a	هایولا ۳۳۰
۶۴۰ c	۱۰۲۸ c	۱۳۷۱ b	۲۲۸۶ b	آر.جی.اس. ۰۰۳
۳۷۸ d	۷۰۷ d	۱۰۱۰ c	۲۵۲۶ ab	آپشن ۵۰۰

2-More Competitive
3- Less Competitive

1- Root Mean Square of Error (Difference)

مدل رقابتی عکس عملکرد بیولوژیک تک بوته در همه ارقام حاکی از کاهش عملکرد بیولوژیک تک بوته‌ها در شرایط رقابت با خردل وحشی بود (شکل ۱)، اما ارقام مختلف کاهش‌های متفاوتی نشان دادند که شدت آن تابعی از قدرت رقابتی آنها است. شیب معادله (b) عکس عملکرد بیولوژیک تک بوته در (جدول ۳) بیانگر این مطلب است که رقم زرفام در بین سایر ارقام مورد مطالعه با دارا بودن کوچکترین شیب خط (۰/۰۰۳۶) دارای بیشترین قدرت رقابت نسبی بوده است، از نظر قدرت رقابت نسبی ارقام هایولا ۳۳۰، آرچی اس ۰۰۳ و آپشن ۵۰۰ به ترتیب در رده‌های بعدی قرار گرفتند.

مدل عکس عملکرد دانه تک بوته، در تیمار شاهد (کشت خالص)، بالاترین عملکرد اقتصادی هر رقم را نشان داد که با افزایش تراکم علف هرز خردل وحشی در همه ارقام عملکرد اقتصادی روند نزولی داشت (شکل ۱). اما شدت این روند کاهش عملکرد در همه ارقام یکسان نبود. در (جدول ۳) شیب معادله (b) در ارقام زرفام، هایولا ۳۳۰ و آرچی اس ۰۰۳ تقریباً در یک دامنه است و می‌توان آنها را در گروه رقیب قرار داد، با این همه رقم زرفام قدرت رقابت نسبی بالاتری از خود نشان داد. اما در مورد رقم آپشن ۵۰۰ قضیه عکس حالت سه رقم مذکور بود و با داشتن بالاترین شیب معادله یا ضریب از نظر قدرت رقابتی نسبی می‌توان این رقم را جزو گروه ضعیف طبقه‌بندی کرد (جدول ۳). علت برتری رقم زرفام در رقابت با خردل وحشی را می‌توان به صفاتی همچون ارتفاع بیشتر، ثبات بالای سطح برگ و پروفیل مناسب کانوپی ارتباط داد (داده‌ها نشان داده نشده)، و با داشتن این ویژگی‌ها توانسته با دسترسی بیشتر به نور و به دنبال آن جذب مواد غذایی و تسخیر فضا، کمتر از دیگر ارقام تحت تأثیر اثرات رقابتی علف هرز خردل وحشی قرار گیرد. این نتیجه با گزارش اولوفسدوتور و همکاران (۱۹۹۹) مطابقت دارد. در این تحقیق رقم آپشن ۵۰۰ دارای ویژگی‌های تضعیف‌کننده رقابت‌پذیری (مانند تاخیر در سبز شدن، ارتفاع پایین و شاخص سطح برگ پایین) بود که با افزایش تراکم علف هرز سبب تشدید شدید رقابت برای جذب نور و سایه‌اندازی برگ‌های علف هرز روی گیاه زراعی و در نهایت موجبات کاهش شدید عملکرد

رقم آپشن ۵۰۰ شدند (داده‌ها نشان داده نشده). تأثیرپذیری عملکرد دانه کلزا از رقابت با خردل وحشی همچون عملکرد بیولوژیک بود و رقابت موجب کاهش معنی‌دار آن شد، اما شدت اثر رقابت بر عملکرد دانه بیشتر از عملکرد بیولوژیک بود که این مسله را می‌توان با توجه به میزان بالاتر شیب افزایش عکس عملکرد دانه ارقام کلزا در تراکم‌های علف هرز نسبت به شیب افزایش عکس عملکرد بیولوژیک فهمید (جدول ۳)، که حساسیت بیشتر عملکرد دانه گیاهان زراعی به تنش‌های محیطی به دلیل حساسیت بیشتر رشد زایشی گیاهان به تنش‌ها در مقایسه با رشد رویشی گیاهان و کوتاه بودن طول دوره تشکیل‌دهنده عملکرد دانه نسبت دوره تشکیل‌دهنده عملکرد بیولوژیک قید شده است (سرمدنیا و کوچکی، ۱۹۹۴). نتایج این تحقیق نیز نشان داد که محدودیت‌های اعمال شده توسط خردل وحشی تأثیر منفی بیشتری بر رشد زایشی و تولید دانه کلزا دارد که این موضوع با نتایج (کاورو و همکاران، ۱۹۹۹؛ یعقوبی، ۲۰۰۱؛ فاتح، ۲۰۰۳) مطابقت دارد.

مدل افت عملکرد- تراکم کلزا: در این تحقیق افت عملکرد ناشی از رقابت خردل وحشی با کلزا محاسبه شد، نتایج نشان داد که با افزایش تراکم خردل وحشی افت عملکرد نیز افزایش یافت (شکل ۲). به طور معمول هرچه تراکم علف هرز بیشتر باشد درصد افت عملکرد نیز متناسب با آن بیشتر خواهد شد و این روند تا جایی تداوم می‌یابد که تراکم علف هرز به سطحی می‌رسد که دیگر سبب کاهش معنی‌دار تولید گیاه زراعی نمی‌شود (رحیمیان و شریعتی، ۱۹۹۹)، که این مطلب با نتایج تحقیق مطابقت داشت (شکل ۲).

میزان این کاهش عملکرد در رقم رقیب زرفام از ۳۰ درصد تا ۶۲ درصد و در رقم ضعیف آپشن ۵۰۰ از ۵۵ درصد تا ۹۴ درصد متغیر بود. با توجه به میزان افت عملکرد ارقام (جدول ۴)، به ترتیب کمترین و بیشترین افت عملکرد به ارقام زرفام و آپشن ۵۰۰ تعلق داشت. کمترین و بیشترین ضریب a (خسارت به ازای ورود اولین علف هرز) به ترتیب متعلق به رقم زرفام و آپشن ۵۰۰ بود. همچنین کمترین ضریب m (حداکثر افت نسبی عملکرد) به رقم زرفام تعلق داشت که نشان داد رقم

رقابت پایین نیاز به طولانی‌تر شدن دوره عاری از علف‌هرز و کاهش تراکم آستانه خسارت علف‌هرز دارد. چندلر و مردیت (۱۹۸۳) رقابت علف‌هرز با دو رقم دیررس و زودرس پنبه در اوایل فصل رشد باعث کاهش عملکرد آنها شد، اما میزان این کاهش در رقم زودرس بیشتر از رقم دیررس بود.

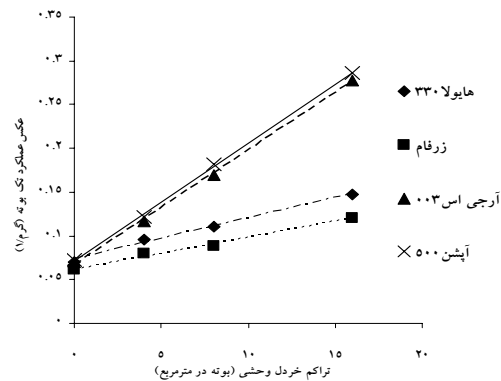
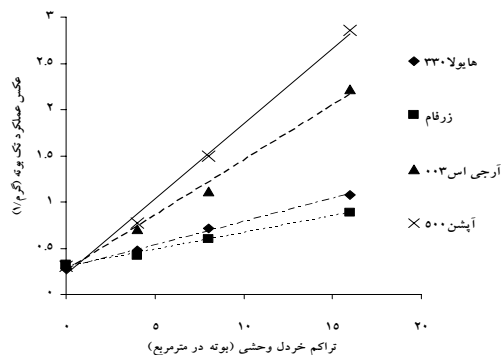
وان‌آکر و اوری (۱۹۹۹) بیان نمودند که حداکثر کاهش عملکرد کانولا در منطقه مانیتوبای کانادا به دلیل تداخل خردل وحشی ۷۵ درصد و در تراکم ۲۰۰ بوته در مترمربع بوده است، در حالی که تراکم پایین ۱۰ بوته در مترمربع سبب کاهش ۲ درصد تا ۵ درصد عملکرد شد. بلک‌شاو و همکاران (۱۹۸۷) عنوان داشت که ۲۰ بوته خردل وحشی در مترمربع عملکرد دانه کلزا را بیش از ۳۶ درصد کاهش داد.

زرغام در جریان رقابت کمترین افت نسبی عملکرد را نسبت به سایر ارقام داشته است (جدول ۴). عده‌ای از محققین معتقدند که تنها ۵ درصد کاهش عملکرد در کلزا در حضور علف‌هرز قابل چشم‌پوشی است و از آن به‌عنوان آستانه خسارت نام برد (مارتین و همکاران، ۲۰۰۱؛ مک مولن و همکاران، ۱۹۹۴). با توجه به نتایج این محققان در این آزمایش که خردل وحشی هم‌زمان با کلزا رشد کرده بود تراکم ۰/۷، ۰/۳۲، ۰/۳ و ۰/۰۶ بوته در مترمربع آستانه خسارت این علف‌هرز به ترتیب در ارقام زرغام، هایولا ۳۳۰، آرچی اس ۰۰۳ و آپشن ۵۰۰ می‌باشد. نتایج نشان داد که آستانه خسارت علف‌هرز خردل وحشی در ارقام مختلف کلزا تفاوت دارد که این اختلاف ناشی از تفاوت در خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی هر رقم است که در نهایت در قدرت رقابت آنها تأثیرگذار است و این‌گونه است که رقمی با قدرت

جدول ۳- ضرایب معادله عکس عملکرد در ارقام کلزا.

ارقام	عکس عملکرد بیولوژیک تک بوته	عکس حداکثر وزن تک بوته ($\frac{1}{\text{گرم}}$)	ضریب رقابت بین گونه‌ای (b)	ضریب تبیین R^2
زرغام	۰/۰۶۲	۰/۰۳۶	۰/۰۳۶	۰/۹۷
هایولا ۳۳۰	۰/۰۷۳۲	۰/۰۰۴۷	۰/۰۰۴۷	۰/۹۸
آرچی اس ۰۰۳	۰/۰۶۲۷	۰/۰۱۳۳	۰/۰۱۳۳	۰/۹۸
آپشن ۵۰۰	۰/۰۷۱۵	۰/۰۱۳۴	۰/۰۱۳۴	۰/۹۹

ارقام	عکس عملکرد دانه تک بوته	عکس حداکثر وزن تک بوته ($\frac{1}{\text{گرم}}$)	ضریب رقابت بین گونه‌ای (b)	ضریب تبیین R^2
زرغام	۰/۳۲۳۸	۰/۰۳۷۱	۰/۰۳۷۱	۰/۹۵
هایولا ۳۳۰	۰/۲۸۵۹	۰/۰۵۰۱	۰/۰۵۰۱	۰/۹۳
آرچی اس ۰۰۳	۰/۲۵۵	۰/۱۱۹۵	۰/۱۱۹۵	۰/۹۷
آپشن ۵۰۰	۰/۲۱۶۶	۰/۱۶۲۷	۰/۱۶۲۷	۰/۹۹



شکل ۱- مدل عکس عملکرد بیولوژیک (سمت راست) و مدل عکس عملکرد دانه (سمت چپ) ارقام کلزا در تراکم‌های مختلف خردل وحشی.

مدل افت عملکرد- سطح برگ نسبی علف هرز: روند افت عملکرد در مقابل سطح برگ نسبی برای ارقام مختلف در (شکل ۲) نشان داده شد، در هر ۴ رقم منحنی محدب ($q > 1$) است که این نشان‌دهنده بالا بودن قدرت رقابت علف هرز در برابر گیاه زراعی است (جدول ۵). مطالعات شبیه‌سازی نشان داده است که ارتباط نزدیکی بین کاهش عملکرد و نسبت سطح برگ علف هرز، که به فاصله کوتاهی پس از سبز شدن گیاه زراعی اندازه‌گیری می‌شود، وجود دارد (رحیمیان و شریعتی، ۱۹۹۹). ضریب q به‌عنوان ارزشی از ضریب a (که تنها بیان‌کننده اثرات تراکم بر عملکرد است) توسط سطح برگ نسبی گونه‌ها برای منظور نمودن اثر فاصله زمانی بین سبز شدن گیاه زراعی و علف هرز در نظر گرفته می‌شود. رحیمیان و شریعتی (۱۹۹۹) گزارش کردند که مقدار بزرگ‌تر از یک ضریب خسارت نسبی q برتری علف هرز و مقادیر کمتر از یک برتری گیاه زراعی را در رقابت نشان می‌دهد و در صورتی که هر دو گیاه در رقابت توانایی یکسانی داشته باشند مقدار عددی این شاخص مساوی یک خواهد بود. منحنی کاهش عملکرد گیاه زراعی در مقابل سطح برگ نسبی علف هرز در حالت اول $q > 1$ محدب و در حالت دوم $q < 1$ مقعر و در حالت سوم $q = 1$ به خط راست تبدیل می‌شود (نگواجیو و همکاران، ۱۹۹۹). با توجه به شکل (۲) از نظر طبقه‌بندی قابلیت رقابت ارقام می‌توان نتیجه گرفت که رقم زرفام در رتبه اول و دو رقم آرجی‌اس ۰۰۳ و هایولا ۳۳۰ در رتبه دوم و آپشن ۵۰۰ در جایگاه آخر قرار دارد. تأخیر در سبز شدن نسبت به علف هرز، ارتفاع کوتاه‌تر، شاخص سطح برگ پایین‌تر و عدم کانوپی مناسب برای تسخیر نور عواملی بودند که سبب شدند رقم آپشن ۵۰۰ بیشترین سطح برگ نسبی علف هرز، بیشترین کاهش عملکرد را به‌خود اختصاص دهد، اما رقم زرفام درست در نقطه مقابل رقم آپشن ۵۰۰ بود. در ضمن همبستگی مقادیر شبیه‌سازی شده عملکرد کلزا توسط این دو مدل (افت عملکرد- سطح برگ نسبی

علف هرز و تراکم)، در مقابل مقادیر واقعی آن به‌منظور ارزیابی کارایی مدل‌ها نشان داد که رابطه بین این دو متغیر به نسبت ۱:۱ نزدیک است (شکل ۳).

همچنین به اعتقاد بوسنیک و سوانتون (۱۹۹۷) مدلی با ضریب تبیین بالا و خطای استاندارد هریک از پارامترهای مدل، که کمتر از نصف مقدار عددی آن است، کارایی لازم در شبیه‌سازی کاهش عملکرد گیاه زراعی را دارا می‌باشد (جداول ۴ و ۳). در نتیجه می‌توان گفت که این دو مدل در شبیه‌سازی کاهش عملکرد کلزا به‌واسطه رقابت با خردل وحشی کارایی قابل قبولی دارند.

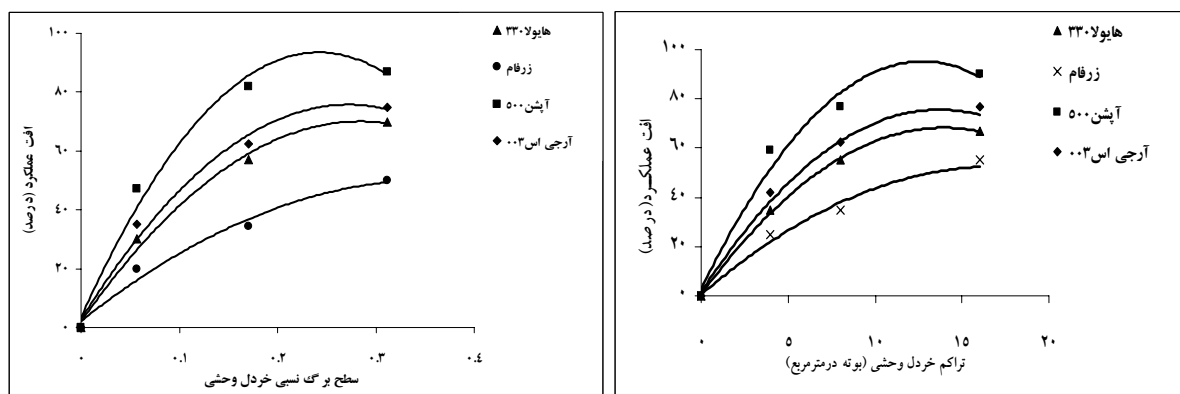
با ایجاد رگرسیون خطی بین کاهش عملکرد واقعی و کاهش عملکرد شبیه‌سازی شده کلزا برای مقایسه دو مدل فوق‌الذکر (افت عملکرد- سطح برگ نسبی علف هرز و تراکم) مشخص شد که هر دو مدل از یک رابطه ۱:۱ پیروی می‌کند و عرض از مبدا و شیب رگرسیون حاصل به‌ترتیب اختلاف معنی‌داری با صفر و یک ندارند (شکل ۳)، در نتیجه این دو مدل کارایی لازم جهت تخمین کاهش عملکرد کلزا بر اثر تداخل خردل وحشی را در شرایط مزرعه دارا است. اما مدل سطح برگ نسبی علف هرز با دارا بودن حداکثر ضریب تبیین و نزدیک بودن شیب خط رگرسیونی بین کاهش عملکرد برآورد شده و مقادیر واقعی به عدد ۱ و دارا بودن مقدار کمتر RMSE نسبت به مدل تراکم نشان از دقت بالاتر مدل سطح برگ نسبی است و بیشترین کارایی را در پیش‌گویی کاهش عملکرد داشت (شکل ۳). با توجه به مقدار شیب خط ۱:۱ در مدل سطح برگ نسبی که معادل $1/0.2$ می‌باشد میزان کاهش عملکرد کلزا را اندکی بیش از مقدار واقعی تخمین می‌زند (شکل ۳)، در ضمن اشاره به این نکته ضروری است که برخلاف توانایی بالای مدل مبتنی بر سطح برگ نسبی علف هرز، عدم وجود یک روش سریع در تخمین سطح برگ یک محدودیت عمده این مدل محسوب می‌گردد (کنزویک و همکاران، ۱۹۹۴؛ لوتز و همکاران، ۱۹۹۶؛ نگواجیو و همکاران، ۲۰۰۱).

جدول ۴- ضرایب مدل تراکم- افت عملکرد در ارقام کلزا.

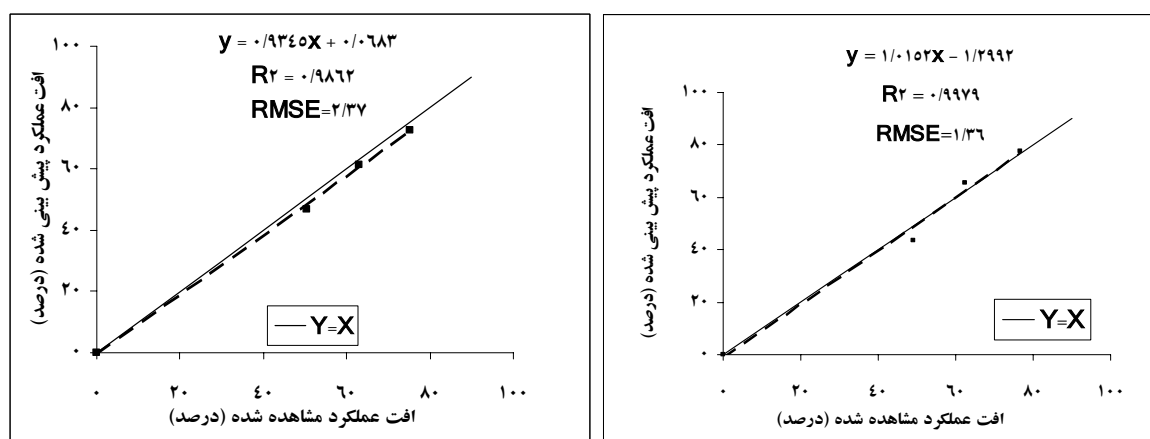
ارقام	خسارت به ازای ورود اولین علف هرز (a)	حداکثر افت عملکرد (m)	ضریب تبیین R^2
زرغام	$9/8 \pm 2/6$	$88/8 \pm 21/4$	۰/۹۵
هایولا ۳۳۰	$20/25 \pm 4/23$	$90/9 \pm 9$	۰/۹۷
آرجی اس ۰۰۳	$22 \pm 10/34$	$94 \pm 5/8$	۰/۹۵
آپشن ۵۰۰	$35/1 \pm 7/1$	$98 \pm 2/71$	۰/۹۶

جدول ۵- ضرایب مدل سطح برگ نسبی علف هرز- افت عملکرد در ارقام کلزا.

ارقام	ضریب خسارت نسبی q	ضریب تبیین R^2
زرغام	$9/8 \pm 2/3$	۰/۹۷
هایولا ۳۳۰	$10/06 \pm 3/6$	۰/۹۵
آرجی اس ۰۰۳	$11/6 \pm 2/5$	۰/۹۸
آپشن ۵۰۰	$14/9 \pm 5/2$	۰/۹۹



شکل ۲- شبیه‌سازی درصد کاهش عملکرد کلزا توسط مدل تراکم (نمودار راست) و مدل سطح برگ نسبی (نمودار چپ) در ارقام مختلف کلزا (نقاط، اعداد واقعی و خطوط اعداد پیش‌بینی شده توسط مدل).



شکل ۳- مقایسه مقادیر شبیه‌سازی شده درصد افت عملکرد کلزا توسط مدل تراکم (سمت راست) و مدل سطح برگ نسبی (سمت چپ) در مقابل مقادیر مشاهده شده آن (خط نقطه‌چین رگرسیون خطی بین مقادیر واقعی و برآورد شده افت عملکرد است).

نتیجه‌گیری و پیشنهاد

مدل‌های تجربی شبیه‌سازی در این تحقیق، این موضوع را به وضوح نشان دادند که خردل وحشی رقابت‌گر قوی نسبت به کلزا حتی در تراکم‌های خیلی پایین می‌باشد. همچنین افزایش تراکم علف هرز باعث کاهش غیرخطی عملکرد دانه و بیولوژیک می‌شود. ضرایب به دست آمده از مدل عکس عملکرد تک بوته بیولوژیک و دانه این مطلب را به خوبی نشان داد که قدرت رقابت بین گونه‌ای ارقام در برابر خردل وحشی کاملاً متفاوت است. ارقام زرفام و آپشن ۵۰۰ به ترتیب با کمترین و بیشترین ضریب رقابت بین گونه‌ای بالاترین و پایین‌ترین قدرت رقابت نسبی را از خود نشان دادند. نتایج مدل عکس عملکرد تک بوته بیان‌کننده این مطلب بود که تأثیرپذیری عملکرد دانه از رقابت بیشتر از عملکرد بیولوژیک بود که این نشان از حساسیت بالاتر عملکرد دانه به تنش‌های محیطی است. مقایسه کارایی مدل‌های

افت عملکرد تراکم و سطح برگ نسبی علف هرز در پیش‌بینی افت عملکرد نشان داد که مدل سطح برگ نسبی دقت بالاتری در پیش‌بینی درصد کاهش عملکرد دارد.

با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق جهت افزایش دامنه اطلاعات در ارتباط با رقابت خردل وحشی با کلزا و افزایش اعتماد نسبت به یافته‌های این تحقیق، پیشنهاد می‌شود سطوح مختلف این گیاه زراعی به همراه تراکم و زمان سبز شدن علف هرز خردل وحشی مورد بررسی قرار گیرند، سایر مسایل به زراعی همچون تأثیر کود، آبیاری، تاریخ کاشت و غیره بر توانایی رقابت کلزا با خردل وحشی مورد ارزیابی باشند، این آزمایش برای چند سال در مناطق هم‌جوار تکرار شود تا نتایج مطمئن‌تری را در دسترس قرار دهد از طرفی جمع‌آوری داده‌های بیشتر مزرعه‌ای باعث می‌شود تا ضرایب رگرسیونی مدل‌های پیش‌گویی عملکرد، با خطای کمتری برآورد گردد.

منابع

1. Bagherani, N., and Ghadiri, H. 1996. Effect of chemical and mechanical scarification, Gibberlic Acid and temperature on the seed germination of Wild mustard (*Sinapis arvensis* L.). Abstract of 12th plant protection congress, Karaj, Iran. P 14.
2. Blackshaw, R.E., Anderson, G.W., and Dekker, J. 1987. Interference of wild mustard (*sinapis arvensis* L.) and French mercury (*Chenopodium album* L.) in spring rapeseed (*Brassica napus* L.). *Weed Res.* 27: 31-34.
3. Bosnic, A., and Swanton, C.J. 1997. Influence of barnyardgrass (*Echinochloa crus-gali*) time of emergence and density on corn (*Zea mays*). *Weed Sci.* 45: 276-282.
4. Cavero, J., Zaragoza, C., Suso, M.L., and Pardo, A. 1999. Competition between maize and *Datura stramonium* in an irrigated field under semi-arid conditions. *Weed Res.* 39: 225-240.
5. Chandler, J.M., and Merdith, W.R. 1983. Yields of three cotton (*Gossypium hirsutum*) cultivars as influenced by spruced anoda (*Anoda cristata*) competition. *Weed Sci.* 31: 303-307.
6. Cousens, R.D. 1985. A simple mode relating yield loss to weed density. *Annals. Appl. Biol.* 107: 239-252.
7. Fateh, E. 2003. Evaluation of competition ability between corn (*Zea mays*) and lambs quarter (*Chenopodium album*) influenced by planting pattern with using competition models. M.Sc. Thesis, University of Tehran, 107p.
8. Goldberg, D.E., 1990. Components of resource competition in plant communities. In: Grace, J. B., Tilman, D. (Eds.), *Perspective in plant competition*. Academic Press, San Diego, pp:27-49.
9. Jordan, N., 1993. Prospects for weed control through crop interference. *Ecological Applied.* 3: 84-91.
10. Knezevic, S.Z., Weise, S.F., and Swanton, C.J. 1994. Interference of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*) in corn (*Zea mays*). *Weed Sci.* 42: 568-573.
11. Kroppf, M.J., and Spitters, C.J.T. 1992. An eco-physiological model for interspecific competition, applied to the influence of (*Chenopodium album* L.) on sugar beet. I. Model description and parameterization. *Weed Res.* 32: 437-450.
12. Kroppf, M.J., and Spitters, C.J.T. 1991. A simple model of crop loss by weed competition from early observation of relative leaf area of weeds. *Weed Res.* 31: 97-105.

13. Lotz, L.A.P., Christensen, S., and Lotier, C. 1996. Prediction of weed competitive effects of weed on crop yields based on the relative leaf area of weeds. *Weed Res.* 36: 93-101.
14. Martin, S.G., Van Aker, R.C., and Friesen, L.F. 2001. Critical period of weed control in spring canola. *Weed Sci.* 49: 326-333.
15. Massinga, R.A., Currie, R.S., and Trooien, T.P. 2003. Water use and light interception under Palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) and corn competition. *Weed Sci.* 51: 523-531.
16. McMullan, P.M., Daun, J.K., and Declerq, D.R. 1994. Effect of wild mustard (*Brassica kaber*) competition on yield and quality of tritizan-tolerant and tritizan-susceptible canola (*Brassica napus* and *Brassica rapa*). *Can. J. Plant Sci.* 74:2. 369-374.
17. Moechnig, M.J., Stoltenberg, D.E., and Larry, K.B. 1999. Corn yield losses due to weed competition. *Weed Sci.* 45: 345-354.
18. Ngouajio, M., Mcgiffen, M.E., and Hembree, J.J. 2001. Tolerance of tomato cultivars to velvetleaf interference. *Weed Sci.* 49: 91-98.
19. Ngouajio, M., Lemieux, C., and Leroux, G.D. 1999. Prediction of corn (*Zea mays*) yield loss from early observation of the relative leaf area and the relative leaf cover of weeds. *Weed Sci.* 47: 297-304.
20. Olofsson, M., Navarez, D., and Rebulanan, M. 1999. Weed suppressing rice cultivars-does allelopathy play a role. *Weed Res.* 39: 441-454.
21. Panton, D.J. and Baker, J.B. 1991. Reciprocal yield analysis of red rice (*Oryza sativa*) competition in cultivated rice. *Weed Sci.* 39: 42-47.
22. Park, S.E., Benjamin, L.R., and Watkinson, A.R. 2003. The theory and application of plant competition models: an agronomic perspective. *Annal. Bota.* 92: 741-748.
23. Powles, S.B., Preston, C., Bryan, I.B., and Jutsum, A.R. 1997. Herbicide resistance: impact and management. *Adv. Agron.* 58, 57-93.
24. Rahimian, H., and Shariati, S.H. 1999. Modeling crop-weed interactions. Agriculture Research and Education Organization press. 294pp. (Translated in Persian).
25. Sarmadnia, G.H., and Kochaki, A. 1994. Crop physiology. Mashhad Jihad Daneshgahi press, 467p. (Translated in Persian).
26. Spitters, C.J.T. 1990. On descriptive and mechanistic models for inter-plant competition, with particular reference to crop-weed interaction. In: Rabbinge, R., Gourdiaan, G., Van Keulen, H., Penning de Vries, F.W.T., and Van Laar, H.H. (Eds.). *Theoretical production Ecology: Reflections and Prospects.* Pudoc, Wageningen, pp: 217-236.
27. Spitters, C.J.T. 1983. An alternative approach to the analysis of mixed cropping experiments. 1: Estimates of competition effects. *Netherlands J. Agric. Sci.* 31: 1-11.
28. Van Aker, R.C., and Oree, R. 1999. Wild oat (*Avena fatua* L.) and wild mustard (*Brassica kaber*) Wheller interference in canola (*Brassica napus*). *Weed Sci. Soc. Amer.* P 119.
29. Warwick, S.I., Beckie, H.J., Thomas, A.G., and McDonald, T. 2005. The biology of Canadian Weeds. 8. *Sinapis arvensis*. L. (updated). *Canadian Journal of Plant Science.* 55: 171-183.
30. Yaghobi, B. 2001. Evaluation of competition ability between rice (*Oryza sativa*) cultivars and *Echinochloa crus-galli* influenced by using competition models. M.Sc. Thesis, University of Tehran, 101p.
31. Yenish, J.P., Durdan, B.R., Miller, D.W., and Wyse, D.L. 1992. Wheat (*Triticum aestivum*) yield reduction from common milkweed (*Asclepias syriaca*) competition. *Weed Sci.* 45: 127-131.

Evaluation of ability tolerance competition of canola cultivars to wild mustard (*Sinapis arvensis*) using some empirical models in Golestan province

***A.S. Safahani Langrodi¹, B. Kamkar², E. Zand³ and M.A. Baghestani³**

¹Assistat Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Azad Islamic University Baranch of Ghaemshahr, Iran,

²Assistat Prof., Dept. of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran,

³Assistat Prof., Dept. of Weed Research Plant Pest and Diseases Institute, Iran

Abstract

This experiment was conducted to evaluate the competition relationship of canola cultivars and wild mustard at the agriculture research station of golestan province during 2006-2007 growing season. The experimental design was a factorial arranged in RCBD with three replications. Experimental factors were canola cultivars (Zarfam, Hayola330, Option500, and Rgs003) and four wild mustard densities (0, 4, 8 and 16 plant/m²). Linear reciprocal and yield loss models were fitted and their coefficients were used to interpret competition relationships of canola cultivars and wild mustard results revealed that Zarfam, cultivar had the lowest coefficient of reciprocal model than other cultivars for both of grain yield and biological yield. Also, result indicated that interspecific competition of canola cultivars was different and the highest value belonged to Zarfam cultivar. Our results based on yield loss models confirmed that biological yield decreased less than grain yield (Grain yield was more susceptible). Comparison of hyperbolic yield loss models showed that relative leaf area model with the highest value of R², was more capable to predict yield loss of canola cultivars. The relative damage coefficient (q) of relative leaf area model showed that wild mustard was more competitive than canola (q>1).

Keywords: Canola; Wild mustard; Weed densities; Competition; Empirical model